


التحليل الطيفي للغبار الجوي وتأثيره على كفاءة قدرة الألواح الشمسية على التحويل

الكهربائي في مدينة بغداد – موقع الجادرية

احمد عبد الغفور خطاب² 
dra82544@gmail.com

نهى تركي حمد¹ 
nuhaturkygeo2019@gmail.com

¹ قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق.

² قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الاداب، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق.

تاريخ الاستلام: 10 اذار 2025 تاريخ المراجعة: 13 ايار 2025 تاريخ القبول: 19 تموز 2025

تاريخ النشر الالكتروني: 01 تموز 2026

الملخص

اهتم البحث بدراسة الجغرافية التطبيقية من خلال التحليل الطيفي للغبار الجوي ومدى تأثيره على كفاءة قدرة الألواح الشمسية على التحويل الكهربائي في مدينة بغداد- موقع الجادرية، إذ يهدف البحث الى استغلال الطاقة الشمسية كمصدر نظيف لإنتاج الطاقة الكهربائية في ظل التغيرات المناخية وفي مقدمتها الغبار. إذ تسعى الدراسة لبيان مدى تأثير الغبار الجوي على الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، وتجمعه على سطوح الألواح الشمسية وكيف يؤثر ذلك على إنتاج الطاقة الكهربائية. وباستخدام المنهجيات الإحصائية والتحليلية في دراسة وتحليل البيانات المناخية لمحطة منطقة الدراسة للمدة (1993-2023) اظهرت الصفة القارية على مناخ العراق بشكل عام؛ نتيجة البعد عن المسطحات المائية وسيطرة المرتفع شبه المداري في الربيع والمنخفض الحراري الهندي صيفاً، نتج عنها ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة ونشاط الغبار، كما أظهر التحليل الطيفي للمرنثات الغبارية أن الغبار العالق الأكثر تغطية وتكراراً فوق مدينة بغداد. واظهرت نتائج الاختبارات الحقلية لعامي 2022 و 2024 التي أجريت على اللوح الشمسي لتأثيرين للغبار، الأول اظهر تأثيراً إيجابياً، إذ ساعد ترسب الغبار على خفض درجات حرارة الألواح في الأيام الصافية، فخلال رصدة شهر حزيران بلغ الإشعاع الشمسي 807 واط/م²، ودرجة حرارة اللوح 42.5°م، مع قدرة تحويل قصوى بلغت 175.7 واط. أما الثاني فقد اظهر تأثيراً سلبياً، فخلال العواصف الغبارية يتشتت الإشعاع الشمسي جواً فتقل شدته الواصلة الى اللوح الشمسي وعند ترسب الغبار على سطحه تضعف قدرته على امتصاص الإشعاع فتتراجع كفاءة أداء الألواح، إذ سجلت رصدة شهر تشرين الأول إشعاع الشمسي بلغ 678.9 واط/م²، ودرجة حرارة اللوح 53.7°م، مع قدرة تحويل قصوى انخفضت إلى 135.15 واط. دعت هذه النتائج لأهمية تطوير تصاميم التطبيقات الشمسية بما يتلائم مع المناخات الصحراوية الجافة والصحراوية شبه الجافة.

الكلمات المفتاحية:

التأثير القاري، الغبار، كفاءة التحويل الكهربائي، الألواح الشمسية، العواصف الغبارية.

DOI: [10.33899/injes.v26i3.61121](https://doi.org/10.33899/injes.v26i3.61121), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

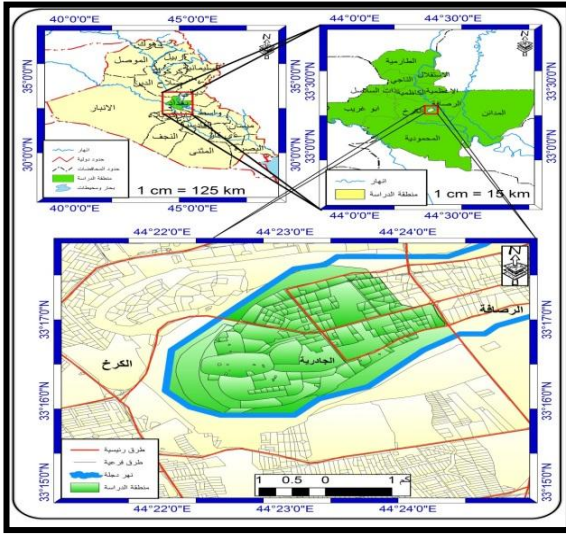
This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

على قابلية ذلك الامتصاص ومن ثم تحديد كمية الطاقة الكهربائية الناتجة عن كمية ما امتصه اللوح من الإشعاع الساقط عليه (Krauter, 2011). وتعد ظاهرة الغبار الجوي احد تلك المؤثرات المناخية على الإشعاع الشمسي والتطبيقات العلمية لاستغلاله في إنتاج الطاقة الكهربائية النظيفة، فأعتماداً على المنهج التحليلي لبيانات مناخ منطقة الدراسة والبيانات التي سجلت خلال العمل الحقلية لتحديد امكانية إنتاج الواح الطاقة الكهربائية ضمن ظروف بيئة منطقة الدراسة في مدينة بغداد- الجادرية التي امتدت حدودها المكانية الواقعة على دائرتي عرض (33.17.40°) و(33.15.49°) شمالاً، وخطي طول (44.24.23°) و(44.22.01°) شرقاً، وعلى ارتفاع (31.7) م فوق مستوى سطح البحر (الشكل 1). ليتم وضع تساؤل هل ان للغبار

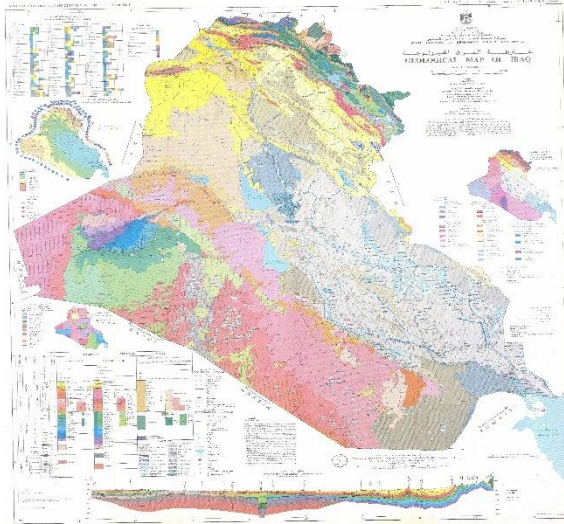
1. المقدمة

تعد الشمس مصدر الطاقة، فالإشعاع الشمسي المنبعث على شكل حزمة (ضوئية وحرارية وكيميائية) تصل الى سطح الارض متأثرة بعدة عوامل تحدها دائرة العرض التي تقع عليها كل منطقة كالزاوية التي يسقط فيها الإشعاع الشمسي على سطح الارض، ومدة السطوع الشمسي الفعلي والنظري اي الفترة الزمنية اليومية التي يكتسب فيها سطح الارض الإشعاع الشمسي خلال النهار، وصفاء السماء وخلوها من المؤثرات التي تعمل على حجب او تشتيت الإشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض (Ghanem, 2013). وتؤثر هذه العوامل مجملها على قيمة ما يمتصه اللوح الشمسي لإنتاج الطاقة الكهربائية وكفاءتها خلال اليوم الواحد، مما يتطلب الوقوف تطبيقياً على السبب المؤثر

للطاقة الكهربائية بتأثير الغبار من خلال جداول احصائية معتمدة على البيانات تحليلية لبيانات المحطة المناخية في منطقة الدراسة وكذلك من خلال القيم الرقمية الحقلية التي أجريت في موقع الدراسة. ليوضح من خلال البحث أهمية الغبار كظاهرة مناخية يتصف بها مناخ المنطقة بالشكل العام على كفاءة التحويل الكهربائي للوح الشمسي خلال توفر الظروف الجوية التي تسمح بوصول كمية اشعاع شمسي وافرة يمكن استغلالها في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة بتأثير صفاء السماء وزاوية سقوط الاشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي الفعلي خلال النهار مع اختلاف الفصول والتركيز على اخذ القراءة الحقلية خلال فترة ذروة التعادم الشمسي وشدة الاكساب الحراري عند منتصف النهار.



الشكل 1: الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



الشكل 2: خارطة العراق الجيولوجية عن (GEOSURV, 2000)

اولا/ الغبار وانواعه:-

1- العواصف الغبارية (Dust Storms):

هي عبارة عن ذرات غبار عالقة في الجو تختلف في كميتها ونوعها وكثافتها يحملها الهواء بحسب سرعته تعمل على تعكر صفائه فهي ملوث هوائي ينتقل من مكان لآخر تُحجب خلاله الرؤيا لمديات بعيدة، وترتبط شدة العاصفة الغبارية بالظروف المسبب لتكوينها من

تأثيرا حقيقي على قيم ما ينتج من طاقة كهربائية من اللوح الشمسي متأثرا بكفاءة قدرة التحويل الكهربائي؟، وهل هناك تأثير للغبار المترسب على سطح اللوح الشمسي على كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح الشمسي والممتصة من قبله في منطقة الدراسة؟ وهل يمكن تحديد الفرق في تأثير كمية الغبار على كفاءة انتاج اللوح للطاقة الكهربائية؟

فمن خلال هذه الاختبارات يمكن وضع افتراضيات تمكن من التوصل الى تأكيد صحتها ومن ثم الاستدلال بالنتائج الحقلية الى تحديد الحلول من خلال افتراض ان للغبار تأثير على كفاءة قدرة التحويل الكهربائي للوح الشمسي، كون ان هذه الدراسة هي من الدراسات الرائدة للتعرف على مدى اهمية اكتشاف المؤثرات على استغلال الطاقة الشمسية وكفاءة ما تنتجه الألواح الشمسية من الطاقة الكهربائية بتأثير العناصر او الظواهر المناخية التي حددها مسار البحث العلمي بدراسة الغبار وتأثيره على كفاءة تحويل الكهربائي للوح الشمسي في ظل المشاكل التي تواجه كافة مناطق العراق في الوقت الحالي في سد النقص من الطاقة الكهربائية والتي من خلال هذه الدراسة سيتم اعطاء بعدا اخر ايجابيا في التحليل والتفسير والتصميم بموجب المعطيات التي تم الاعتماد عليها في منطقة الدراسة حقليا بالقياسات والفحص والتحليل لتحقيق هدف الدراسة بما يخدم الجهات ذات العلاقة في تطوير تصاميم الألواح الشمسية وطرق صيانتها وتوزيعها حسب الاسس والمعايير السليمة لما يخدم الواقع البيئي والمناخي للمنطقة في الانتاج الكهربائي من الطاقة النظيفة.

2. جيولوجية منطقة الدراسة

ترتبط جيولوجية العراق ارتباطاً وثيقاً بظاهرة الغبار المتصاعد، إذ إن طبيعة التكوينات الجيولوجية والسطحية في البلاد توفر مصادر رئيسية للجسيمات الغبارية (الشكل 2). تنتشر في العراق رواسب فتاتية حديثة، وتكوينات طينية ورملية، إضافة إلى السبخات والأحواض الرسوبية الجافة التي تحتوي على مواد دقيقة قابلة للنقل بفعل الرياح. كما أن موقع العراق ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف، مع قلة الغطاء النباتي وتراجع الرطوبة، يساعد على تفكك الصخور والرواسب السطحية وتحويلها إلى دقائق غبارية.

وتعد مناطق السهول الرسوبية في وسط وجنوب العراق، إضافة إلى المناطق الصحراوية الغربية، من أهم مصادر الغبار بسبب وجود رواسب غرينية وطينية متراكمة وضعف تماسك سطح الأرض. كما تسهم العوامل الجيولوجية مثل التجوية الفيزيائية، وتعرية الصخور، وانخفاض منسوب المياه السطحية والجوفية في زيادة المساحات المكشوفة الجافة القابلة للتعرية. لذلك فإن دراسة جيولوجية العراق تعد عاملاً أساسياً لفهم نشأة العواصف الغبارية وطرق الحد من تأثيراتها البيئية والصحية.

3. هدف الدراسة

ان الهدف من البحث هو التحقق من تأثير الغبار على كفاءة قدرة التحويل الكهربائي للوح الشمسي من خلال تأثيره جوي على قيم الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح اللوح الشمسي واختبار تأثير قدرة اللوح الشمسي على امتصاص الاشعاع الواصل اليه بتأثير الغبار الجوي والغبار المتراكم على سطحه بناء على كمية وكفاءة ما ينتج من الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة من ثم ايجاد فرق كفاءة انتاج اللوح الشمسي

سرعة رياح نشطة لها القدرة على حمل ذرات الغبار المفككة من التربة الجافة التي تعرضت لدرجات حرارة عالية مرافق لانعدام الرطوبة فيها مما جعلها مسرحاً للعمليات الريحية بتياراتها الهوائية الصاعدة والنازلة بسبب فقدان تماسك نسجة التربة (Al-Sultan, 1985).

الجدول 1: المعدل الشهري لتكرار العواصف الغبارية في محطة بغداد المناخية للمدة (1993-2023).

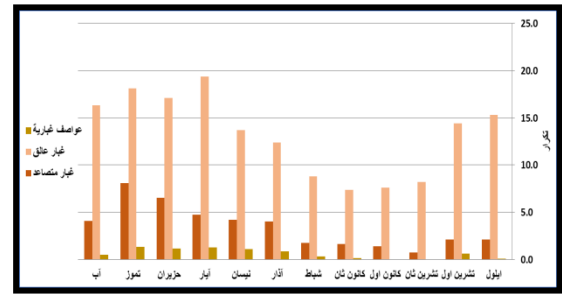
ت	نوع الغبار	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب
1	العواصف الغبارية	0.1	0.6	صفر	صفر	0.1	0.3	0.8	1.1	1.3	1.1	1.4	0.5
2	الغبار العالق	15	14	8	8	7	4	12	14	19	17	18	16
3	الغبار المتصاعد	2	2	1	1	2	2	4	4	5	7	8	4

ومن خلال تحليل الجدول رقم (1) والشكل (3) تبين استمرار تواجد الغبار المتصاعد في الغلاف الجوي فوق محطة بغداد المناخية للمدة (2023-1993) طيلة الأشهر ولكن تنشيط الظاهرة منذ فصل الربيع بأشهره الثلاثة (آذار، نيسان، أيار) لتسجل على التوالي (4، 4، 5) تكراراً، ثم تنشيط الظاهرة في فصل الصيف بتأثير زيادة الإشعاع الشمسي وزيادة ساعات السطوعين النظري والفعلي لتزداد كمية ما يكتسب من طاقة حرارية تعمل على رفع درجة الحرارة خلال الفصل وخفض الرطوبة النسبية لادنى معدلاتها مع انعدام التساقط وسرعة الرياح وجفافها كل هذه العوامل ساعدت على تجفيف التربة وسهولة تفككها وحملها لطبقات الهواء ونقلها من امكانها التي غالباً ما تكون محلية (اراضي تعرضت للتجريف والتفكك) ونقلها الى مكان اخر (كمحطة بغداد موقع الدراسة) ليسجل الصيف اعلى التكرارات خلال المدة المدروسة للمحطة في شهري (حزيران وتموز) بمعدل تكرار بلغ على التوالي (7، 8) تكراراً متزامناً مع سرعة الرياح في هذين الشهرين التي حددت فيهما على التوالي بمعدل بلغ (4)م/ثا حسب الجدول رقم (1) وتخفض تكرارات الغبار المتصاعد ابتداءً من شهر آب لتصل ادنى معدلاتها في فصلي الخريف والشتاء والتي تزامنت ايضا بانخفاض سرعة الرياح لتلك الأشهر.

3- الغبار العالق (Suspended Dust):

هي ذرات غبارية عالقة في الهواء لا تتعدى احجامها 1ميكرون تحدث بعد هبوب العواصف الغبارية او الغبار المتصاعد (A- Alousi, 2009). تقدر كمية الغبار العالق بين 56000-7490 مايكروغرام/م³ بمدى رؤيا يتراوح ما بين 1-5 كم وبسرعة رياح تقل عن 3.6 م/ثا، عندما يكون مصدر تطاير الغبار منقول من الخارج (غير محلي) وتخفض فيها الرؤيا الى اقل من 1 كم عقب هبوب العواصف الغبارية في الجو مما يساعد على بقائها معلقة في الهواء لعدة ساعات او ايام حتى يتم استقرار الرياح، وغالباً ما يعد مصدر الغبار محلي عندما يزيد كمية تركزه عن 56000 مايكروغرام/م³، اذ يُثقل بفعل التعرية الريحية (Al-Maliki, 2016).

من خلال الجدول رقم (1)، تبين بالشكل العام ان هناك استمرارية ونشاط في تكرار الغبار العالق فوق محطة بغداد المناخية خلال المدة المدروسة (2023-1993)، اذ سجل ادنى معدل تكرار للغبار العالق في شهر شباط من فصل الشتاء متأثراً بالمعدل بالظروف الطقسية خلال الفصل المتمثلة بانخفاض درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية وزيادة



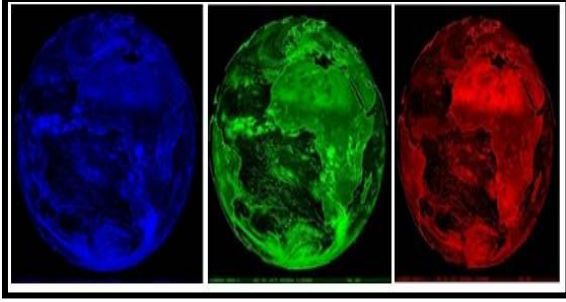
الشكل 3: المعدل الشهري لتكرار العواصف الغبارية والغبار العالق والمتصاعد في محطة بغداد المناخية للمدة (2023-1993).

فمن خلال الجدول رقم (1) والشكل (3) يلاحظ ان تأثير المناخ القاري واضحا كصفة لمناخ العراق من خلال نشاط تكرار هبوب العواصف الغبارية منذ فصل الربيع وتزايدها في فصل الصيف متأثراً بابتعاده عن المسطحات المائية وسيطرة المرتفع شبه المداري الحراري الحركي في فصل الربيع وسيطرة المنخفض الحراري الهندي الموسمي طيلة فصل الصيف؛ مما يمنح مناخ المنطقة درجات حرارة مرتفعة وانخفاض رطوبة الهواء النسبية بالتالي نشاط الغبار بأنواعه، اذ من خلال الشكل اعلاه امتاز شهري ايار وتموز بأعلى تكرارات عواصف غبارية بلغت معدلها على التوالي للشهرين (1.3، 1.4) تكرار ونشاط عام لها منذ اول اشهر الربيع في آذار بمعدل (0.8) تكرار، ثم تسجل اعلى تكرار لفصل الخريف في شهر تشرين الاول بمعدل (0.6) تكرار لتنتهي في شهر تشرين الثاني بنهاية الفصل عندما ترتفع نسبة الرطوبة الجوية وتزداد مظاهر التساقط في فصل الشتاء.

2- الغبار المتصاعد (Rising Dust):

وهي حالة رفع لجزيئات الغبار على ارتفاع يصل حوالي (15) متر بسرعة ريحية تتراوح بين 14-25 كم/ساعة ما تقارب 4-7 م/ثا، وتتشأ بسبب حالة عدم الاستقرار السطحي للهواء التي تسبق تشكيل المنخفضات الهوائية الحرارية التي تعمل دواماتها على تحريك وحمل جزيئات الغبار في طبقات الجو القريبة من سطح الارض (Al-Jubouri, 2020). تقدر كمية الغبار المتصاعد في الغلاف الجوي عند حدوثه مايقارب (56000) مايكروغرام/م³ واقل من ذلك فهو يعدم مدى الرؤيا مسافة كيلومتر او اكثر واغلبها يكون مصدر تكوينه محلي (Al-Maliki, 2016).

إن تعدد النطاق الموجي للمرئيات جعلت المختصين في مجال الاستشعار عن بعد في موضع اتخاذ القرارات في اختيار الحزمة الطيفية التي تتلائم خصائصها مع الهدف من الدراسة، ولا يمكن إتمام عملية التفسير في الحزمة الواحدة بصورة وافية، ذا لا بد من اختيار أكثر من حزمة طيفية (حزمة حرارية التي تمثل باللون الاحمر، حزمة مرئية تمثل باللون الاخضر، حزمة بخار الماء تمثل باللون الازرق) كما هو موضح في الشكل رقم (5) لحزم المرئيات الفضائية التي تم التقاطها عبر القمر الصناعي (Meteosat) (Barratt and Leonared, 2007)



الشكل 5: مرئية فضائية للحزمة الحرارية والمرئية و بخار الماء

المرحلة الثانية/ مرحلة المعالجة (processing): تتضمن هذه المرحلة التعامل مع بيانات الخام من حيث التصحيح الهندسي والاستقطاع والتحسين والتصنيف وكما يأتي:

أ. التصحيح الهندسي: اثر تغير سرعة مسح المركبات الفضائية وارتفاعها من جهة والانحناء والإزاحة بفعل التضاريس من جهة أخرى على دقة الصورة الفضائية، اذ ان الصورة التي تؤخذ من الأقمار الاصطناعية هي صورة ذات مسقط مستوي وان استخدامها مباشرة في عملية المعالجة يؤثر سلبا على نتائج التفسير والتصنيف، لذا فان هذه الصور تحتاج إلى تصحيح هندسي من مسقط مستوي الى مسقط كروي قياساً إلى الخريطة الأساس لأزالة التشوهات الهندسية والضوضاء الناتج عن الأسباب المذكورة (Alaf, 2002).

فالتصحيح الهندسي هي عملية تغطية هندسية لصورتين او أكثر أو بصورة مع صورة أو مع خريطة لنفس المنطقة، تحقق من خلالها ازالة للتشوهات الهندسية الموجودة في واحد من هذه الصور للحصول على مرئية مصححة ومطابقة مع خريطة النظام الاحداثي، ويتم تحقيق وتطبيق هذه العمليات من خلال عدد من البرمجيات (Alaf, 2002)، وقد اعتمدت الدراسة الحالية على المرئيات الفضائية في اجراء عملية التصحيح الهندسي.

ب. مرحلة التحسين (Enhancement Stage): بعد اجراء عملية التصحيح الهندسي على الصورة الفضائية تنتقل الى مرحلة تحسين المرئيات المتمثلة بعملية بناء مرئية ملونة تساعد العين البشرية على تمييز اللون الرمادي مقارنة بالألوان الأخرى (Curran, 1983). لذا يتم اجراء هذه المرحلة للتوصل إلى الإظهار الأمثل للمكونات المرئية (Lillesand, 1994). ان دقة التفسير والتحليل لنتائج المرئيات في مرحلة التحسين يجب ان تسبق بخطوات مهمة تعتمد عليها مرحلة التحسين وهي (Al-Sumaidaie, 2015):

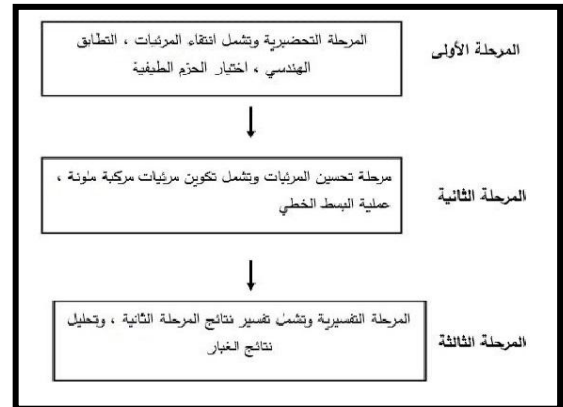
- 1- التعرف على اللون المستخدم في كل نطاق.
- 2- نوع نطاق الموجي المستخدم في بناء المرئية الملونة.
- 3- نوع القمر وخصائص الطيفية لنطاق المستخدم.

تشكيل صور التكاثف الجوية والتساقط، ويبدأ الارتفاع في التكرارات منذ فصل الربيع وحتى تشرين الاول من فصل الخريف وتزامن تلك الفترة مع ظروف الطقس المعاكسة للظروف السابقة الذكر كارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة الجوية وانعدام تشكيل صور التكاثف الجوية والتساقط مما يعمل على جفاف التربة وسهولة نقلها بتأثير سرعة الرياح.

اذ تبين من خلال الجدول السابق رقم (1) والشكل (3) ان ادنى القيم في فصل الشتاء سجلت في شهر شباط بلغ (4) تكرارات وهو ادنى معدل يمكن ان يعزى ذلك الى تأثير انخفاض درجة الحرارة وارتفاع تشكيل صور التكاثف والتساقط منذ فصل الخريف حتى اواخر الشتاء مما عمل على الحد من وصول الغبار العالق المنقول الخارجي والتثبيت نوعاً ما للترب المحلية قد حد من كمية الغبار الواصل الى المحطة. ثم تبدأ معدلات التكرار بالارتفاع السريع انطلاقاً من فصل الربيع في شهر آذار الى معدل (12) تكرر ويستمر بالارتفاع ليسجل اعلى معدلات مدة الدراسة في شهر آيار بمعدل بلغ (19) تكرارا ليكون فصلي الربيع والصيف شهرين مغبرين محملين بالغبار العالق، ففي فصل الصيف سجلت معدلات اشهر الثلاثة على التوالي (حزيران، تموز، اب) بمعدل بلغ (17، 18، 16) تكرارا، ثم تتخفف قليلا عن معدل التكرارات في فصل الخريف في شهري (ايلول، تشرين الاول) لتبلغ على التوالي (15، 14) تكرر ثم تتخفف في شهر تشرين الثاني من الفصل بمعدل (8) تكرارات.

ثانياً/التحليل الطيفي للغبار الجوي:-

لرصد ومراقبة الظواهر الجوية أهمية كبيرة في الدراسات المناخية وخاصة بعد التطور العلمي في توفير بيانات الرصد والمراقبة ضمن شبكة الأرصاد الجوية من المحطات الأرضية والفضائية المتمثلة بالأقمار الاصطناعية التي تميزت بإمكانية تغطيتها على مساحات شاسعة ونائية بأقل جهد وكلفة. اذ تم خلال الدراسة الحالية استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في رصد الغبار اعتماداً على تحليل الحزم الطيفية للمرئيات الفضائية المعالجة رقمياً ضمن الحزم الطيفية المتوفرة وعبر المراحل المبينة في شكل رقم (4) المخطط الانسيابي (Al-Sumaidaie, 2004).

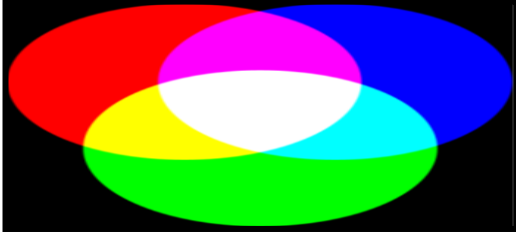


الشكل 4: مخطط انسيابي لمرحل المعالجة الرقمية لمرئيات

(Meteosat) لمراقبة الغبار الجوي.

أ. مراحل المعالجة الرقمية وتحليل الحزم الطيفية للمرئيات الفضائية

المرحلة الأولى: اختيار الحزم الطيفية (Bands):-



الشكل 7: الألوان الناتجة وفق نظرية الألوان وعلاقتها بالقيم الشدة اللونية.

ب- التحليل الطيفي لمراقبة والعواصف الغبارية في منطقة الدراسة:- يتعرض العراق إلى موجات من تكرار حدوث العواصف الغبارية سنويا مما يؤدي إلى خلق أثار سلبية في مجمل مرافق الحياة لما تطلب دراسة تأثيراته ومراقبة تكرار هباته من خلال المرئيات الفضائية وضمن الحزم الموجية المختلفة للتنبؤ بحدوثها. إذ يتم مراقبة هذه الظاهرة بعد اجراء العمليات المعالجة الرقمية للمرئيات التي سبق ذكرها من خلال حزم مختلفة طيفيا مثل حزمة الغبار وحزمة الحرارة والحزمة المرئية وحزمة بخار الماء، إذ تتم عمليات التحسين من خلال تكوين مرئيات ملونة لبروز الخصائص الطيفية والمعالم والظواهر الجوية ومنها الغبار بشكل افضل لمحتوى الصور (Al-Sumaidaie, (2015)، كما في المرئيات التي تم رصدها خلال مدة الدراسة وحسب الرصد الجوي الحقلية وكما مثبت في الجدول (2) والمرئيات الفضائية المحسنة طيفيا لكل رصدة جوية للغبار المتسلسلة بالاشكال من (7-15) وكما يلي:

الجدول 2: المرئيات المعتمدة للرصدات الغبارية خلال العمل

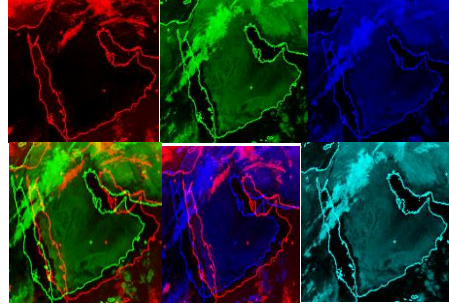
الحقلية. رابط التحميل

http://www.zamg.ac.at/eumetrain/Seiten/CAL_To_pic.htm

تاريخ الالتقاط	رقم المرئية	ت
2022/6/13	5	1
2022/6/27	6	2
2022/7/17	7	3
2024/6/2	8	4
2024/6/10	9	5
2024/6/11	10	6
2024/6/30	11	7
2024/10/14	12	8
2024/12/15	13	9

فمن خلال المرئيتين بالشكلين (8، 9) يلاحظ وجود غبار كثيف المحدد باللون الوردي الباهت (الفاصح) في منطقة الدراسة (مدينة بغداد) وبتأثير حركة الرياح واتجاهها السائد في محطة بغداد المناخية المثبتتين لشهر حزيران لعام 2022 في الجدول رقم(3)، إذ كانت سرعة الرياح بمقدار (4.1 م/ثا) باتجاه شمالي غربي، إذ ان الغبار المتصاعد والعالق ضمن معدلات التكرار الشهرية المثبتة في الجدول (3) لشهر حزيران من عام 2022 حددت على التوالي بـ(10، 28) تكرارا وهذا يبين ان الغبار العالق هو الأكثر انتشارا في المنطقة لقدرة الرياح على حمل ذرات الغبار بناء على معدل السرعة الريحية في شهر حزيران من عام 2022.

اذ يمكن تبديل الألوان بين الانطقة للإظهار مرئية ملائمة للتفسير والتحليل، إذ تساعد الألوان المفسر لتمييز الغبار عن المكونات الأخرى فالحزمة الحرارية تمثل اللون الاحمر، وحزمة بخار الماء تمثل باللون الأزرق، والحزمة المرئية تمثل باللون الأخضر وكما موضح في الشكل رقم (6) التي اعتمدت الدراسة على مرئيات القمر (Meteosat) وبأستخدام برنامج (ERDAS):-



الشكل 6: مرئية فضائية ملونة محسنة ضمن الألوان الأساسية احمر - اخضر - ازرق بأستخدام برنامج Erdas.

المرحلة الثالثة/ تفسير المرئيات

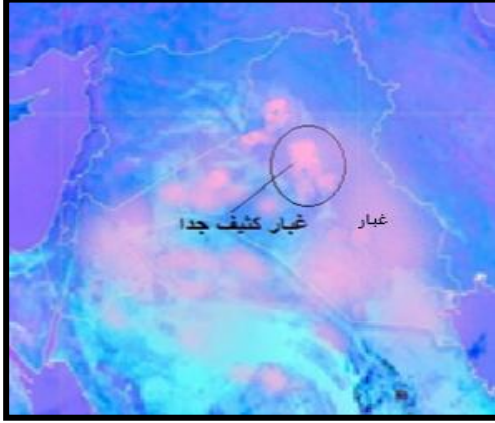
تعد الشدة اللونية والنقاوة من الخصائص المهمة في التفسير البصري والطيفي لأنها ترتبط ارتباطا وثيقا بدرجة الانعكاسية ضمن المرئية الرقمية.

ان تفسير المرئيات يحتاج الى مستخدم ذو خبرة بنظرية الألوان ليتمكن من ربطها بالقيم الانعكاسية والشدة اللونية بما يتناسب مع انعكاسية السطح المشع، فلكل درجة لونية لها دلالة انعكاسية حسب سطحها المشع، فالألوان الفاتحة والصارخة تحمل دلالتها انعكاسية عالية للسطح المشع، اما الألوان الغامقة فدلالاتها ذات انعكاسية واطنة للسطح المشع. إذ ان الألوان الأحمر والأخضر والأزرق ألوان أساسية وعند دمجها مع البعض بنسب متساوية من الانعكاسية وضمن قيمة 255 درجة تظهر ألوان ثانوية مثل الأصفر والشذري والبنفسجي، كما تظهر ألوان أخرى إذا اختلفت قيم الانعكاسية ما بين الألوان الأساسية وكما في الشكل (7) (Krauter, 2011).

Color	Byte binary (red, green blue)	Hexadecimal (red, green blue)
White	255, 255, 255	FF, FF, FF
Gray	127, 127, 127	99, 99, 99
Black	0, 0, 0	0, 0, 0
Red	255, 0, 0	FF, 0, 0
Green	0, 255, 0	0, FF, 0
Blue	0, 0, 255	0, 0, FF
Yellow	255, 255, 0	FF, FF, 0
Cyan	0, 255, 255	0, FF, FF
Magenta	255, 0, 255	FF, 0, FF
Orange	255, 153, 0	FF, 99, 0
Pink	255, 170, 170	FF, AA, AA
Purple	170, 0, 170	AA, 0, AA
Teal	0, 170, 153	0, AA, 99
Brown	153, 102, 51	99, 66, 33
Tan	255, 204, 102	FF, CC, 66

الجدول 3: معدلات البيانات المناخية لشهري حزيران وتموز

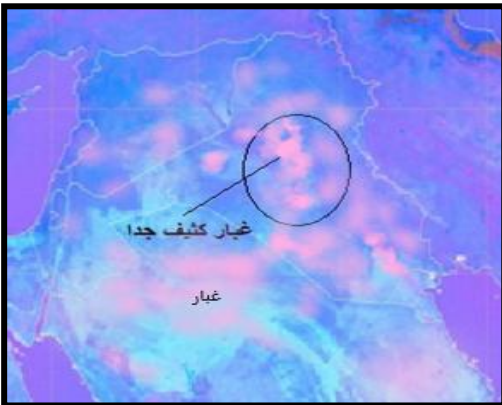
لعام 2022		العنصر
تموز	حزيران	الاشعاع الشمسي (كيلوواط.ساعة/م ² يوم)
7.26	7.20	درجة الحرارة العظمى (م°)
45.1	43.7	سرعة الرياح (م/ثا)
4.9	4.1	اتجاه الرياح
شمال غربي	شمال غربي	تكرار العواصف الغبارية
3	5	تكرار الغبار المتصاعد
12	10	تكرار الغبار العالق
28	28	



الشكل 10: مرئية فضائية محسنة طيفيا لكثافة الغبار الجوي

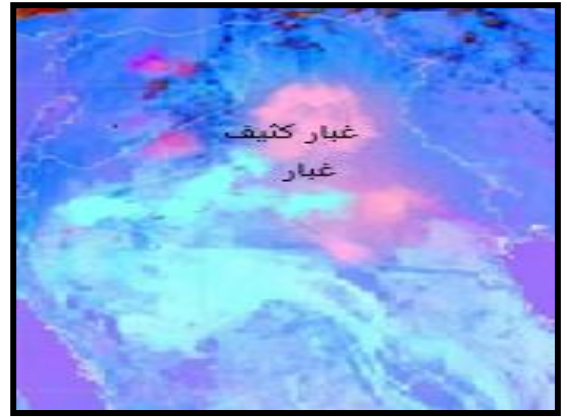
(عالق ومتصاعد) في منطقة الدراسة بتاريخ 2022/7/17.

اما الرصدات الغبارية التي تم رصدها في عام 2024 خلال مدة الدراسة الحقلية، اذ حددت الرصدة في 2024/6/2 بغبار كثيف جدا باللون الوردى الأكثر دكائة لونية يمثل الغبار العالق والمتصاعد، لاحظ المرئية بالشكل رقم (11). والرصدة 2024/6/10 بغبار كثيف باللون الوردى الصارخ يمثل الغبارين العالق والمتصاعد وتغطيته لأكبر مساحة من العراق ومنطقة الدراسة بشكل خاص، لاحظ المرئية بالشكل رقم (12). اما الرصدتين 2024/6/11 و 2024/6/30 حددت بغبار كثيف تمثل باللون الوردى الباهت كغبار عالق غطى المنطقة المدروسة (لاحظ المرئيتين بالشكلين 13 و 14). اما الرصدة 2024/10/14 كانت ذات كثافة غبارية عالية جدا بشكل عاصفة من الغبار العالق الشديدة تمثلت باللون الوردى الداكن الذي غطى مساحات واسعة من شمال غربي العراق وامتدت تغطيتها الى مساحات واسعة شملت منطقة الدراسة بضمن التغطية الغبارية العالية من الغبار العالق (لاحظ المرئية بالشكل 15). اما الرصدة 2024/12/15 فهي رصدة حدثت في فصل الشتاء والتي تعد من العواصف الخفيفة من الغبار العالق الذي تمثل باللون الوردى الباهت او الفاتح، اذ يمتاز فصل الشتاء بقلة هبوب العواصف الغبارية وذلك بتأثير انخفاض درجة الحرارة الجوية وتشكيل مظاهر التساقط والرطوبة في الجو؛ يعمل ذلك على تقليل واضعاف الهبات الغبارية خلال فصل الشتاء، وبناء على ما تقدم فإن العاصفة الغبارية غطت منطقة الدراسة لساعات نهائية معدودة بلغت 5 ساعات خلال الرصد الميداني اثناء النهار (لاحظ المرئية بالشكل 16).



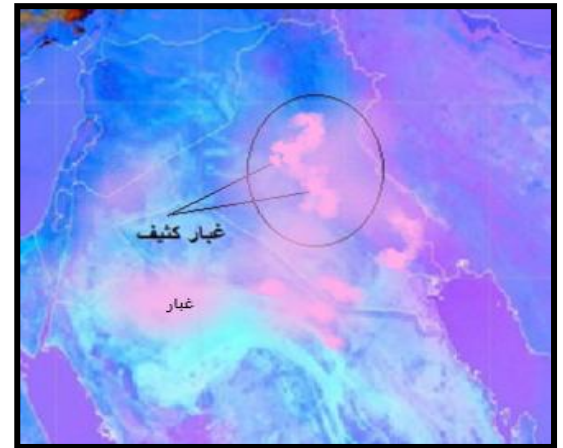
الشكل 11 : مرئية فضائية محسنة طيفيا غبار جوي كثيف

جدا (عالق ومتصاعد) في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/6/2.



الشكل 8: مرئية فضائية محسنة طيفيا لكثافة الغبار الجوي

(العالق) في منطقة الدراسة بتاريخ 2022/6/13.



الشكل 9: مرئية فضائية محسنة طيفيا لكثافة الغبار الجوي

(العالق) في منطقة الدراسة بتاريخ 2022/6/27.

ومن خلال المرئية بالشكل رقم (10) للرصدة الغبارية المثبتة بتاريخ 2022/7/17، تبين ان منطقة الدراسة تعرضت لعاصفة غبارية كثيفة جدا والمحددة باللون الوردى الأكثر دكائة لونية تركزت من المنطقة الشمالية الغربية وغطت المنطقة الوسطى التي تقع منطقة الدراسة ضمنها، اذ حددت البيانات الخاصة بسرعة الرياح واتجاهها في المثبتة في الجدول (3) لشهر تموز لعام 2022 سجلت 4.9م/ثا باتجاه شمالي غربي، وكانت تكرارات الغبار المتصاعد والعلق قد بلغت الشهر على التوالي (12،28) تكرارا وهذا يبين ان الغبار العالق الأكثر نشاطا في تكراراته وتأثير سرعة الحركة الريحية وقدرتها على حمل الدقائق الغبارية.



الشكل 16: مرئية فضائية محسنة طبفيا لكثافة الغبار الجوي العالق في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/12/15.

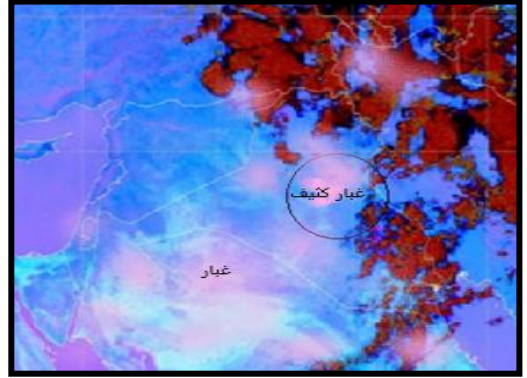
يلاحظ من خلال المرئيات الحركة الغبارية التي تميزت باللون الوردي الذي يحدد التغطية الغبارية فوق العراق ومنطقة الدراسة التي تقع ضمنه، إذ تبين من خلال المرئيات المثبتة للرسدات الغبارية ان اشد عاصفة غبارية حددت في يوم 2024/10/14 خلال مدة الدراسة حيث انها تميزت بكثافتها العالية وتمثلت باللون الوردي الداكن، اذ غطت العراق بأكمله وتركزت بشكل كبير على الجانب الشمالي غربي متجهة نحو المناطق الوسطى التي تقع ضمنها مدينة بغداد وكما موضح في المرئية رقم(15)، وهذا التركيز العالي جعل الغبار ذا كثافة عالية جدا فضلا عن وجود غبار عالق في الجو متأثرا بالحركة الريحية اتجاهاً ومسرةً التي حددت القدرة على حمل الدقائق الغبارية وتعلقها في الغلاف الجوي وهي النوع السائد والأعلى تكرارا في مناخ محطة بغداد المناخية منذ شهر نيسان وحتى شهر تشرين الاول حسب ما بينته المعدلات السنوية المدروسة للمدة (1993-2023) المثبتة في جدول المعدلات الشهرية للغبار العالق (الجدول رقم 2).

ثالثا/ تحليل القياس الحقلي لتأثير الغبار على كفاءة قدرة الألواح الشمسية على التحويل الكهربائي:

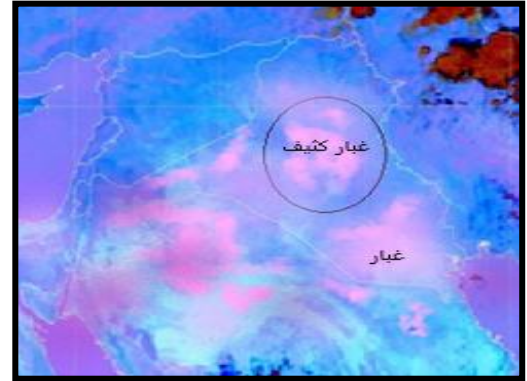
من خلال الرصد الحقلي للهبات الغبارية وباستخدام أجهزة القياس الحقلي الخاصة من لوح الشمسي احادي البلورة(Mono-Crystalline) بكفاءة (12.5%) مثبت على زاوية (45 درجة) في موقع الدراسة تم استخدام جهاز قياس الاشعاع الشمسي (Solar Power Meter)، وجهاز قياس درجة الحرارة (4 Channel Temperature Mater)، جهاز قياس الكفاءة وفحص الخصائص الكهربائية للألواح الشمسية (SPI-ARRAY TESTER 5000) وتوصل الفحص الحقلي الى ما يلي:

1- تحليل القياس الحقلي لتأثير الغبار الجوي على كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية في موقع الدراسة:-

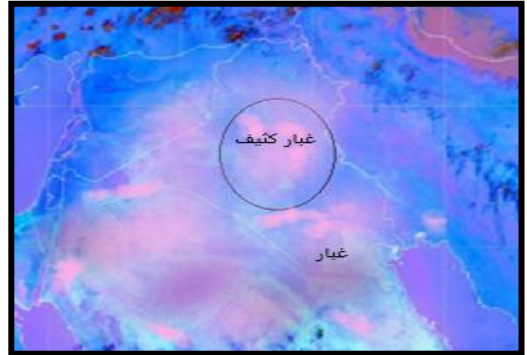
من خلال الرصد الحقلي للهبات الغبارية خلال عام 2024 لم تسجل الا رصدتين غباريتين نهائية المسجلتين في 2024/6/11 و2024/10/14، اذ تم اخذ الفحوصات الحقلية اللازمة خلال وقوع الظاهرة الجوية وقياسها حقليا كما مبين في الجدول (4)، وتبين من خلال القيم المثبتة في الجدول ان شدة الاشعاع الشمسي تأثرت بنسبة كبيرة بسبب عامل التشبت المؤثر على شدة الاشعاع الواصل الى سطح منطقة الدراسة (جوبا) وكمية الواصل الى سطح اللوح الشمسي بشكل



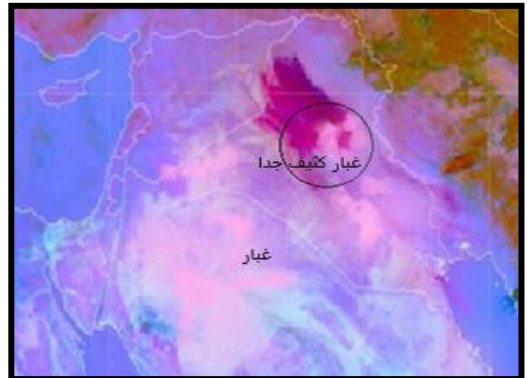
الشكل 12: مرئية فضائية محسنة طبفيا لكثافة الغبار الجوي (العالق والمتصاعد) في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/6/10.



الشكل 13: مرئية فضائية محسنة طبفيا لكثافة الغبار الجوي العالق في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/6/11.



الشكل 14: مرئية فضائية محسنة طبفيا لكثافة الغبار الجوي العالق في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/6/30.



الشكل 15: مرئية فضائية محسنة طبفيا لكثافة عاصفة غبارية كثيفة جدا مع غبار عالق في منطقة الدراسة بتاريخ 2024/10/14.

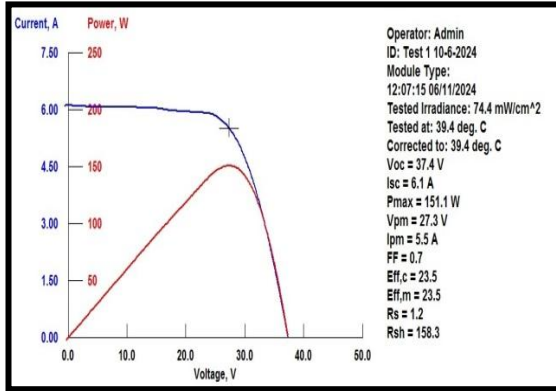
خاص والذي حدد قيمة شدة الاشعاع على زاويتي السقوط زاوية (45 درجة) بلغ (744 واط/م²)، والرصد الثانية بلغت (678.9 واط/م²).

الجدول 4: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي لعام 2024.

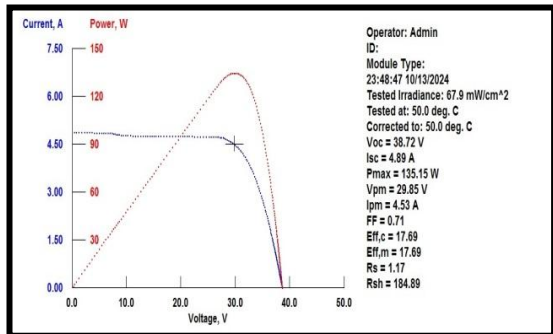
ت	الشهر	تاريخ الرصد	الاشعاع الشمسي بزاوية(45درجة)(واط/م ²)	درجة الحرارة الجوية (°C)	درجة حرارة اللوحة الشمسية (°C)	اقصى تيار كهربائي مار في اللوح الشمسي(أمبير) Ipm(A)	اقصى فولتية كهربائية للوحة الشمسية(فولت) Vpm(V)	اقصى قدرة كهربائية للوح الشمسي(واط) Pmax(W)
1	حزيران	2024/6/11	744	42°	39.4°	5.5	27.3	151.1
2	تشرين الاول	2024/10/14	678.9	40.1°	53.7°	4.53	29.85	135.15

الجدول 5: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي لعام 2022.

ت	الشهر	تاريخ الرصد	الاشعاع الشمسي بزاوية(45درجة)(واط/م ²)	درجة الحرارة الجوية (°C)	درجة حرارة اللوحة الشمسية (°C)	اقصى تيار كهربائي مار في اللوح الشمسي(أمبير) Ipm(A)	اقصى فولتية كهربائية للوح الشمسي(فولت) Vpm(V)	اقصى قدرة كهربائية للوح الشمسي(واط) Pmax(W)
1		2022/6/13	537	40	40	4.04	31.4	118.91
2	حزيران	2022/6/27 الساعة 9:30ص	610	40	43	5.26	30.38	159.87
3		2022/6/27 الساعة 12:30م	830	43	45	5.26	29.74	162.82
4	تموز	2022/7/17	700	42	48	5.61	20.24	112.44



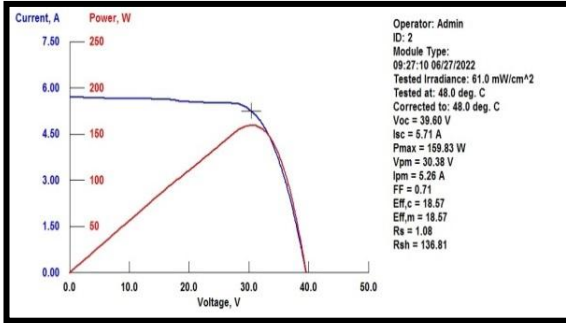
الشكل 17: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة رصد 2024/6/11.



الشكل 18: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة رصد 2024/10/14.

ومن خلال مراقبة شدة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح منطقة الدراسة خلال رصدتي شهري حزيران وتشرين الأول في جدول (4) يلاحظ تأثير واضح للغطاء الغباري الذي عمل على حجب نسبة من الاشعاع الشمسي وخفض درجة الحرارة الجوية وبالتالي اثر في خفض درجة حرارة جسم اللوح الشمسي كونها حرارة مكتسبة لتسجل قيم درجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح على التوالي خلال الرصدتين لتسجل الرصد الأولى على التوالي (42°، 39.5°) مئوية وسجلت في الرصد الثانية على التوالي (40.1°، 53.7°) مئوية، اذ اثرت قيمة الاشعاع الشمسي المنخفض على خفض قيمة التيار الكهربائي الأقصى (Ipm) لارتباطهما بعلاقة طردية نتج عنها قيمة تيار اقصى منخفضة بلغت في الرصد الأولى (5.5 أمبير) وللرصد الثانية (4.53 أمبير)، ولكن انخفاض درجة حرارة اللوح الشمسي رفعت من قيمة الفولتية القصوى (Vpm) لارتباطهما بعلاقة عكسية لتبلغ في الرصد الأولى (27.3 فولت) وفي الرصد الثانية (29.85 فولت)، وبالتالي اثر ذلك على كفاءة التحويل الكهربائي للوح الشمسي لينتج اقصى قدرة كهربائية (Pmax) خلال الفحص للرصد الغبارية النهارية الأولى (151.1 واط) وللرصد الثانية (135.15 واط) وهي قدرة تحويل ضعيفة جدا في الرصد الثانية عن الرصد الأولى؛ وذلك لتأثيرها الكبير بنسبة الحجب الجوي والحجب من الراسب المتراكم فوق سطح اللوح الشمسي لشدة الاشعاع الشمسي الواصل والممتص. لاحظ الشكل (17) والشكل (18).

اما الرصدتين بتاريخ (2022/6/27) فكانت الساعات الأولى للنهار تقع ضمن الأجواء الغبارية النهارية والتي تم اخذ قياسها الحظلي عند الساعة (9:30ص) والتي تحددت بقيمة اشعاع شمسي على زاوية (45 درجة) بلغت (610 واط/م²) وهي نسبة منخفضة أيضا بسبب التشتت للاشعاع الشمسي بسبب الغبار الجوي التي اثرت على قيمة ما يمتصه اللوح الشمسي من الاشعاع الشمسي الواصل اليه بسبب تراكم الغبار على سطح وحجب نسبة من الامتصاص التي تؤثر طرديا على قيمة التيار الكهربائي الأقصى (Ipm) البالغة (5.26 أمبير) وهي قيمة منخفضة للتيار بسبب انخفاض الاشعاع الشمسي وضعف امتصاصه من قبل اللوح. اما درجة الحرارة فقد بلغت درجة الحرارة الجوية ودرجة حرارة اللوح الشمسي (40 °C ، 43 °C) مئوية وبقيمة اثرت عكسيا على خفض الفولتية الكهربائية القصوى (Vpm) لتبلغ (30.38 فولت) متأثرة بالمعامل الحراري للوح الشمسي، ونتيجة للتأثر التيار الأقصى (Ipm) والفولتية القصوى (Vpm) بقيم الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة ترتب على ذلك انخفاض في كفاءة القدرة الكهربائية القصوى للوح الشمسي (Pmax) لتبلغ (159.87 واط) وهي قيمة منخفضة متأثرة بنسبتي التشتت للاشعاع الشمسي بتأثير الغبار الجوي والمتراكم على سطح اللوح الشمسي، لاحظ الشكل (20).

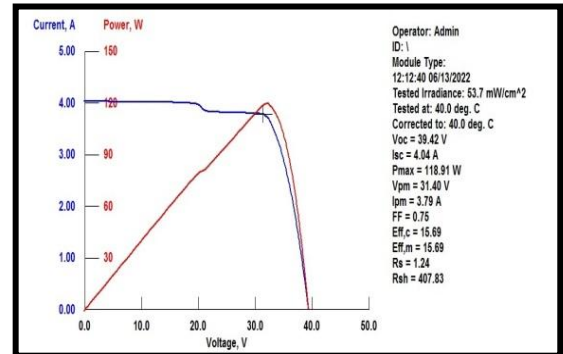


الشكل 20: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لإنتاج الألواح الشمسية

بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة بتاريخ 2022/6/27 الساعة 9:30ص اما الرصد الثانية لنفس التاريخ (2022/6/27) عند الساعة (12:20م) فهي عند زوال الغبار الجوي مع البقاء على الغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي لنفس النهار الغباري فقد ارتفعت قيم الاشعاع الشمسي عند زوال الغبار الجوي لتصل قيم الاشعاع الشمسي على الزاوية (45 درجة) بلغت (830 واط/م²) وهي قيمة عالية ولكن تأثير الغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي الذي عمل على خفض قابلية اللوح على امتصاص شدة الاشعاع الشمسي الواصل اليه ليبقى قيمة التيار الكهربائي الأقصى (Ipm) منخفضة مقارنة مع شدة الاشعاع الشمسي ليلبغ (5.26 أمبير)، وتأثير الغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي أصبحت الفولتية عالية بمقارنة درجة حرارة الجوية التي بلغت (43 °C) والتي من المفترض تساهم برفع درجة حرارة اللوح درجات اعلى من الرصدة الأولى بفارق كبير بتأثير شدة وتركز الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح اللوح الشمسي خلال ساعة الفحص الحظلي ولكن تراكم الغبار خفض من درجة الحرارة لتصبح مقارنة لدرجة الحرارة الجوية، اذ سجل اللوح (45 °C) وهي لا تشكل فارق الا بسيط بمقارنة القيمة للرصدة الأولى ولكن اظهر ذلك الاكتساب رغم ضعفه تأثيرا على قيمة الفولتية القصوى (Vpm) لتبلغ (29.19 فولت) بتأثير المعامل الحراري للوح الشمسي، وهذا ما اثر في كفاءة القدرة التحويل الكهربائي

ونظرا لكون القياسات الحقلية النهارية للغبار اقتصر على قياسين فقط خلال عام 2024 ولتعزيز القياسات الحقلية في العمل البحثي ونتأجه، تم اعتماد القياسات الحقلية للوح البحثي في المركز لسنة 2022 التي سجلت الهبات الغبارية فيه تكررات متعددة في شهر حزيران من فصل الصيف كفحوصات تقييم حظلي لاداء عمل الالواح وكما مثبت في الجدول رقم (5) ادناه:

من خلال البيانات المثبتة في الجدول رقم (5) تبين ان عام 2022 شهري (حزيران وتموز) سجلا تكرارات غبارية متعددة وتم انتخاب اربع فحوصات حقلية في موقع الدراسة لتعزيز العمل الحظلي في عام 2024، اذ بينت الرصدة في تاريخ (2022/6/13) هبة غبارية نهارية كثيفة، اذ عملت على تشتيت الاشعاع الشمسي بنسبة عالية لتبلغ قيمة الاشعاع على زاوية (45 درجة) بلغت (537 واط/م²) وهي نسبة ضعيفة جدا في فصل الصيف وخلال فترة التعامد الشمسي على مدار السرطان والتي تحدد فيها درجة حرارة الجو بقيمة (40 °C) والتي اثرت بفعل تأثير الغبار على تقليل اكتساب الاجسام للحرارة لتصبح درجة حرارة اللوح الشمسي (40 °C) وهي درجة اقل من المتوقعة لاكتساب اللوح الشمسي من الحرارة الجوية والاشعاع الشمسي، ويلاحظ تأثير العلاقة الطردية بين الاشعاع الشمسي وقيمة التيار الكهربائي الأقصى (Ipm) واضحة من خلال انخفاض قيمته البالغة (4.04 أمبير) بتأثير انخفاض الاشعاع الشمسي، كما ان العلاقة العكسية ما بين درجة حرارة اللوح الشمسي والفولتية القصوى (Vpm) أعطت قيما واضحة بأرتفاعها نتيجة لانخفاض حرارة اللوح الشمسي بتأثير تراكم الغبار على سطح اللوح الشمسي وامتصاص الغبار الجوي للحرارة الجوية التي خفضت من درجات الحرارة الجوية والمكتسبة للجسام بالمقارنة مع الأيام الصافية لتبلغ الفولتية القصوى (Vpm) (31.4 فولت) والتي تنخفض فيها الفولتية عن القيمة المثالية للوح الشمسي المتأثر بأرتفاع درجة الحرارة التي تتأثر بالمعامل الحراري للوح الشمسي البالغ (0.45 درجة) أي تخفض بمقدار نصف درجة من الفولتية لكل درجة حرارة اعلى من الدرجة المثالية للوح والبالغة (25 °C) بالمواصفات القياسية (STC)، وتأثير انخفاض قيمة الاشعاع الشمسي وانخفاض قيمة التيار الكهربائي الأقصى (Ipm) وانخفاض الفولتية القصوى (Vpm) انخفضت كفاءة التحويل الكهربائي لتصبح القدرة الكهربائية القصوى (Pmax) (118.91 واط) وهي قيمة تحويل منخفضة بالمقارنة مع المواصفات القياسية للوح الشمسي والأيام الصافية وذلك بتأثير الغبار الجوي والغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي (لاحظ الشكل (19)).

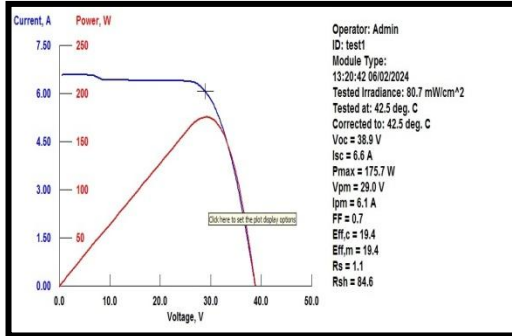


الشكل 19: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لإنتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة بتاريخ 2022/6/13

متراكم على الاسطح التي من ضمنها اللوح الشمسي المخصص للبحث، وكما مثبت في الجدول (6):-

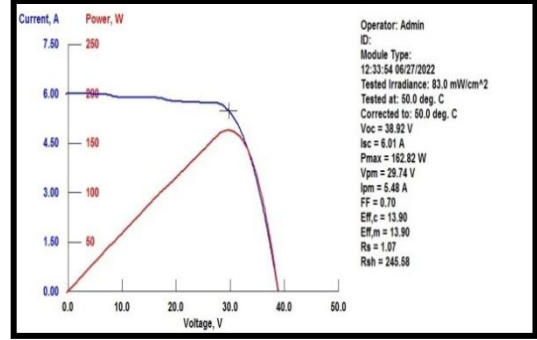
من خلال قيم الجدول المثبتة أعلاه يمكن الملاحظ ان قيم كفاءة قدرة التحويل الكهربائي التي اقتترنت بقيم اشعاع عالية على زاوية السقوط الواصلة الى سطح اللوح الشمسي (زاوية 45 درجة) التي حددت في شهر حزيران بثلاث تكرارات للهبات الليلية التي تشكل عنها راسب غباري على السطح عمل على تقليل من امتصاصية اللوح الشمسي من الفوتونات الواصلة اليه من الاشعاع الشمسي الذي سجل بالرصداات المذكورة على التوالي (807، 846، 744، 870، 1000) واط/م²، وهي قيم عالية من الاشعاع الشمسي تمكن من الحصول على كفاءة قدرة تحويل جيدة ولكن يظهر تأثير الغبار المترسب على سطح اللوح الشمسي من خلال قيم التيار الأقصى (I_{pm}) المتأثر طرديا بقيم الاشعاع الشمسي اذ بلغ للقراءات على التوالي (6.1، 6.1، 6.14، 6.88) أمبير، بتأثير عكسي مع درجة حرارة اللوح الشمسي التي بلغت على التوالي (42.5°، 44°، 44.3°، 26.7°) مئوية خلال فترة السطوع الشمسي لغاية وقت الفحص التي خفضت من تأثير ارتفاعها على قيم الفولتية الكهربائية القصوى التي بلغت على التوالي (29، 28.2، 28.33، 20.47) فولت، لتصبح كفاءة قدرة التحويل القصوى (P_{max}) على التوالي (175.7، 171.2، 174.06، 140.87) واط. لاحظ الاشكال على التوالي (23، 24، 25، 26).

فمن خلال ما تقدم يمكن التوصل الى ان للغبار المتراكم تأثيرين الأول: (سلبي) من خلال حجب نسبة من الاشعاع الشمسي عن قدرة اللوح الشمسي لامتصاصه وإنتاج قدرة كهربائية قصوى اكبر بسبب انخفاض التيار الكهربائي الأقصى المتأثر طرديا به، والتأثير الثاني: (إيجابي) من خلال خفض درجة حرارة اللوح المكتسبة والتي تؤثر عكسيا في رفع قيمة الفولتية القصوى للوح الشمسي التي تتأثر بقيمة المعامل الحراري للوح الشمسي البالغة (0.45 درجة) لكل درجة حرارة اعلى من (25°م).



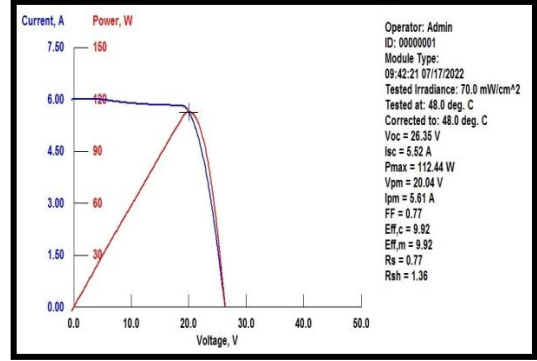
الشكل 23: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لإنتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي المترسب على سطح اللوح الشمسي في موقع الدراسة بتاريخ 2024/6/2

القصوى (P_{max}) لتبلغ (162.82 واط) لتشكل فرقا عن رصدة الساعة التي تسبقها المثبتة اعلاه بلغ (2.95 واط) وذلك بتأثير صفاء السماء الذي رفع من شدة الاشعاع الشمسي وتراكم الغبار بالاثرين الأول السلبي: من خلال خفض قابلية اللوح الشمس لامتصاص الاشعاع الشمسي والثاني الإيجابي: من خلال خفض درجة حرارة الوح المكتسبة ورفع قيمة الفولتية القصوى بمقارنة القياسات الحقلية للأيام الصافية خلال فصل الصيف كفضل تعامد شمسي ترتفع فيه درجة الحرارة الجوية لاعلى قيمها خلال العام، لاحظ الشكل (21).



الشكل 21: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لإنتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة بتاريخ 2022/6/27 الساعة 12:30م.

اما الرصدة بتاريخ (2022/7/17) فقد سجلت قيم اشعاع شمسي منخفضة بسبب الغبار الجوي والذي حدد قيمه على الزاوية (45 درجة) بلغت (700 واط/م²) وقيمة درجة حرارة جوية ودرجة حرارة لوح شمسي بلغت على التوالي (42°، 48°) مئوية، اذ اثر الاشعاع الشمسي طرديا بأخفاض قيمة التيار الكهربائي الأقصى (I_{pm}) البالغ (5.61 أمبير)، واثرت ارتفاع درجة حرارة اللوح الشمسي عكسيا بالفولتية القصوى (V_{pm}) لتسجل (20.04 فولت) مما اثر ذلك في خفض قيمة كفاءة قدرة التحويل الكهربائي (P_{max}) لتسجل (112.44 واط). لاحظ الشكل (22).



الشكل 22: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لإنتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي في موقع الدراسة بتاريخ 2022/7/17

2- تحليل تأثير الغبار المتراكم (الراسب الغباري) على سطح اللوح الشمسي في كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة:-

بعد ان تم توضيح المرحلة الأولى للقياس الحقلية لكفاءة قدرة التحويل الكهربائي بتأثير الغبار الجوي كواقع حال، سيتم هنا تحليل تأثير الغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي عندما يكون الاشعاع الشمسي بشدة عالية نتيجة صفاء السماء حسب القياسات الحقلية من خلال الرصدات الغبارية الليلية التي تلاها نهارا صافي وراسب غباري

الجدول 6: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي المترسب على سطح اللوح الشمسي خلال عام 2024.

ت	الشهر	تاريخ الرصد	الإشعاع الشمسي بزاوية (45 درجة) (واط/م ²)	درجة الحرارة الجوية (°م)	درجة حرارة اللوح الشمسي (°م)	أقصى تيار كهربائي مار في اللوح الشمسي (أمبير) I _{pm} (A)	أقصى فولتية كهربائية للوح الشمسي (فولت) V _{pm} (V)	أقصى قدرة كهربائية للوح الشمسي (واط) P _{max} (W)
1		2024/6/2	807	45°	42.5°	6.1	29	175.7
2	حزيران	2024/6/10	846	44°	44°	6.1	28.2	171.2
3		2024/6/30	870	45°	44.3°	6.14	28.33	174.06
		2024/12/15						
4	كانون الاول	(نتاج عن هبة غبارية بتاريخ 2024/12/14 غطت مدينة بغداد الساعة 3:30 مساءً)	1000	14.3°	26.7°	6.88	20.47	140.87

4. الاستنتاجات

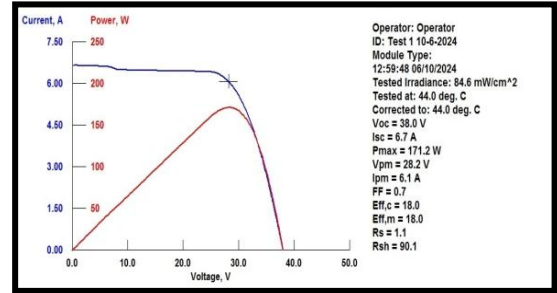
1- ان حركة الشمس الظاهرية تؤثر بزوايا ميلانها وتعاضدها على المدارين وعبر الفصول على عدد ساعات السطوعين وكمية ما يصل الى سطح الارض من الاشعاع الكلي وكمية الطاقة الحرارية المكتسبة ونسبة الرطوبة النسبية في الجو ونشاط النكاثف وصوره من المتساقطات وحركة الرياح من حيث السرعة والاتجاه ونقل صفات المناطق الهابة منها الى المناطق الهابة عليها اثر ذلك جميعا على نسجة التربة المحلية.

2- سيطرة المرتفعات والمنخفضات الجوية الرئيسية والثانوية ودور التيار الفغاث المداري في اثاره التقلبات الطقسية فوق العراق الذي تقع ضمنه منطقة الدراسة، فمن الملاحظ ان فصل الربيع في محطة الدراسة امتاز بنشاط الظواهر الغبارية بتأثير المنخفض المتوسط الثانوي، كذلك نشاط المرتفع الاوربي الحديث منذ شهر تشرين الاول من فصل الخريف وحتى شهر آيار الذي يعمل على نشاط هبوب الغبار المتصاعد فيه، والمرتفع شبه المداري الحراري الحركي الذي يسجل اكبر تكرارته للغبار العالق منذ شهر نيسان، فضلا عن سيطرة المنخفض الحراري الهندي الموسمي الذي ينشط تأثيره طيلة فصل الصيف بأثارة الغبار منذ شهر نيسان وحتى شهر تشرين الثاني الذي يمتاز المناخ فيه بارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية للهواء ونشاط الغبار بأنواعه.

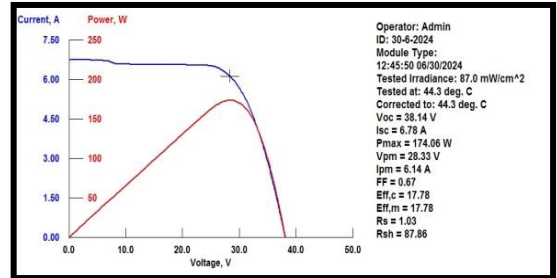
3- الحركة الغبارية التي تم بيانها في المرئيات الفضائية خلال تواريخ الرصدات الحقلية الثبته عليها والتي تميزت باللون الارجواني يحدد التغطية الغبارية فوق العراق ومنطقة الدراسة مدينة بغداد- موقع الجادية التي تقع ضمنه.

4- ان اشد عاصفة غبارية تحددت في يوم 2024/10/14 خلال مدة الدراسة حيث انها تميزت بكثافتها العالية التي غطت العراق بأكمله وتركزت بشكل كبير على الجانب الشمالي غربي باتجاه الوسطى التي تقع ضمنها مدينة بغداد.

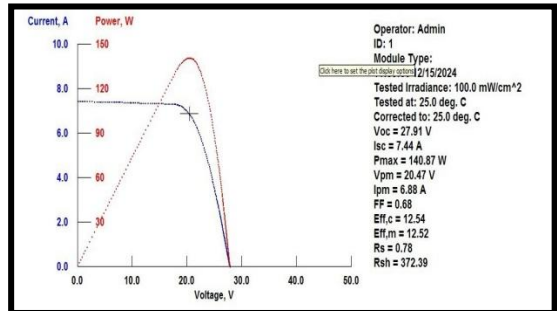
5- التركيز العالي جعل الغبار ذا كثافة عالية جدا إضافة الى غبار عالقي في الجو متأثرا بالحركة الريحية اتجاهاً وسرعةً التي حددت القدرة على حمل الدقائق الغبارية وتعلقها في الغلاف الجوي وهي النوع السائد



الشكل 24: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي المترسب على سطح اللوح الشمسي في موقع الدراسة بتاريخ 2024/6/10



الشكل 25: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي المترسب على سطح اللوح الشمسي في موقع الدراسة بتاريخ 2024/6/30



الشكل 26: القياسات الحقلية لفحص كفاءة القدرة الكهربائية لانتاج الألواح الشمسية بتأثير الغبار الجوي المترسب على سطح اللوح الشمسي في موقع الدراسة بتاريخ 2024/12/15

Barratt, E., and Leonard, F.C., 2007. Introduction to Environmental Remote Sensing. England: University of Bristol, Fourth Edition, UK and National Park Offset.

Curran, P., 1983. Principles of remote sensing. Sheffield, South Yorkshire.

Ghanem, A.A., 2013. Climatic Geography. Jordan-Amman: Al-Maysarah Publishing, Distribution and Printing House, 4th Ed. (In Arabic)

Krauter, S.K.W., 2011. Solar Power Generation: Photovoltaic Systems, Beirut: Advanced and Strategic Technologies Book Series, King Abdulaziz City for Science and Technology, Arab Organization for Translation.

Lillesand, T., 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Arab Center for Translation.

والأعلى تكرارا في مناخ محطة بغداد المناخية منذ شهر نيسان وحتى شهر تشرين الأول حسب ما بينته المعدلات السنوية المدروسة للمدة (1993-2023).

6- ان للغبار الجوي والغبار المتراكم على سطح اللوح الشمسي تأثير (سليبي) بمرحلتين: الأولى: من خلال تشتت الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض اثناء العاصفة الغبارية، والثانية: من خلال حجب نسبة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح اللوح الشمسي واضعاف قدرة اللوح الشمسي لامتصاصه وإنتاج قدرة كهربائية قصوى اكبر بسبب انخفاض التيار الكهربائي الأقصى المتأثر طرديا به وهذا ما حددته قيمة القدرة الكهربائية القصوى في الرصدة 2024/10/14 بقيمة اشعاع شمسي بلغ (678.9 واط/م²) ودرجة حرارة لوح شمسي بلغت (53.7 م°) وبتيار كهربائي اقصى (Ipm) بلغ (4.53 أمبير) وبفولتية قصوى (Vpm) بلغت (29.85 فولت) وبكفاءة قدرة كهربائية قصوى للتحويل الكهربائي (Pmax) بلغت (135.15 واط)

7- اما تراكم الغبار الجوي على سطح اللوح الشمسي فتبين له اثر إيجابي عندما يكون شدة اشعاع شمسي عالية بتأثير صفاء السماء من خلال خفض درجة حرارة اللوح المكتسبة والتي تؤثر عكسيا في رفع قيمة الفولتية القصوى للوح الشمسي التي تتأثر بقيمة المعامل الحراري للوح الشمسي البالغة (0.45 درجة) لكل درجة حرارة اعلى من (25 م°)، والتي تحددت في رصدة 2024/6/2 بقيمة اشعاع شمسي بلغ (807 واط/م²) وبدرجة حرارة لوح شمسي بلغت (42.5 م°) وتيار كهربائي اقصى (Ipm) بلغ (6.1 أمبير) وفولتية كهربائية قصوى (Vpm) بلغت (29 فولت) بكفاءة قدرة كهربائية قصوى للتيار الكهربائي (Pmax) بلغت (175.7 واط).

5. المراجع

Alousi, D.S., 2009. Elements and phenomena of Iraq's climate: the characteristics and recent trends. university of baghdad. (In Arabic)

Alaf, A.A., 2002. Design of an Interactive Software System for Image Matching Using New Algorithms. University of Mosul, Computer Science. (In Arabic)

Al-Jubouri, A.M., 2020. Climate change and its impact on the desertification of the Akl-Jazira region in Iraq using geographic information systems. university of baghdad. (In Arabic)

Al-Maliki, A.S., 2016. The phenomenon of desertification in Iraq and ways to mitigate it. baghdad: dijlal library. (In Arabic)

Al-Sultan, A.G., 1985. The atmosphere: its elements and fluctuations. Baghdad: Dar Al-Hurriya. (In Arabic)

Al-Sumaidaie, A.A., 2004. Modeling Winter Rainfall in the Mountainous Region of Iraq Using Remote Sensing Data. Tikrit University: MSc. Thesis (Unpublished). (In Arabic)

Al-Sumaidaie, A.A., 2015. Modeling The Rainy Clouds to Estimate Rainfall in the Mountainous Region of Iraq Using Fuzzy Logic & Fuzzy Neural Networks. Tikrit University: PhD Thesis (Unpublished). (In Arabic)



Analysis of the Effect of Dust on the Efficiency of Solar Panels to Convert Electricity at the Al-Jadriya Site in the City of Baghdad

Nuha Turkey Hamad ^{1*} 

nuhaturkygeo2019@gmail.com

Ahmad Abdulgafuor Katab ² 

dra82544@gmail.com

¹ Department of geography, College of Education for Human Sciences, University of Tikrit, Salah AL-Deen, Iraq.

² Department of Geography and Information Systems, College of Art, University of Tikrit, Salah AL-Deen, Iraq.

Received: 10 March 2025 Received in revised form: 13 May 2025 Accepted: 19 July 2025
Available online: 01 July 2026

ABSTRACT

This paper focuses on applied geography, specifically the spectral analysis of atmospheric dust and its impact on the photovoltaic efficiency of solar panels at the Baghdad—Al-Jadriya site. It aims to support the use of solar energy as a clean electricity source amid climate change and increasing dust activity. The research examines how atmospheric dust impacts solar radiation that reaches the Earth's surface, its accumulation on panels, and the resulting effects on electricity generation. Climatic data from 1993-2023 were analyzed using statistical and analytical methods. Results show that Iraq's climate is strongly influenced by continentality due to its distance from water bodies and the dominance of the subtropical high-pressure system in spring and the Indian thermal low in summer. These factors cause high temperatures, low humidity, and frequent dust activity. Spectral analysis confirmed suspended dust as the most prevalent and recurrent form over Baghdad. Field experiments conducted in 2022 and 2024 revealed two main dust effects. The positive effect was a reduction in panel temperature during clear days caused by dust deposition; for example, in June, solar radiation was 807 W/m², panel temperature 42.5°C, and peak power 175.7 W. The negative effect appeared during dust storms, causing atmospheric scattering and surface deposition that reduced radiation intensity and absorption; in October, radiation dropped to 678.9 W/m², panel temperature rose to 53.7°C, and power decreased to 135.15 W. These findings highlight the need to develop solar technologies adapted to arid and semi-arid climates.

Keywords:

Continental impact, Dust, Electrical Conversion, Efficiency, Solar Panels, Dust Storms.

DOI: [10.33899/injes.v26i3.61121](https://doi.org/10.33899/injes.v26i3.61121), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

=====